

Pastos e manejo do pastejo em áreas irrigadas

12

Tadeu Vinhas Voltolini
Ana Clara Rodrigues Cavalcanti
Claudio Mistura
Magno José Duarte Cândido
Betina Raquel Cunha dos Santos

A prática da irrigação, aplicação de água de forma artificial às plantas, teve no passado um conceito limitado à luta contra a seca. No entanto, com a evolução da agricultura brasileira e mundial, a participação da irrigação no agronegócio tem ampliado, se tornado estratégia importante para o aumento da produção, produtividade e rentabilidade da propriedade rural.

Para a região Nordeste do Brasil, especialmente para o Semiárido, a irrigação dos pastos e a interação da produção animal das áreas dependentes de chuva com as áreas irrigadas são dois importantes potenciais para a exploração pecuária. A utilização dessa potencialidade poderá transformar essa região em uma das principais produtoras de carne e leite do país, pois são extensas as áreas no Semiárido brasileiro com possibilidade de uso da irrigação ou de áreas de produção de plantas forrageiras destinadas à alimentação animal.

A irrigação dos pastos poderá trazer benefícios importantes ao Semiárido, como a possibilidade de diversificação das atividades produtivas e, conseqüentemente, de fontes de renda e geração de empregos. A diversificação produtiva traz também a redução dos riscos com a prática do monocultivo. Além disso, as pastagens poderão ocupar parte das áreas com possibilidade de irrigação que atualmente estão inutilizadas pelo alto custo de implantação ou manutenção de outras culturas, como as frutíferas tropicais.

A criação de ovinos, caprinos e bovinos das áreas dependentes de chuva poderá ser impulsionada com o avanço das áreas produtivas irrigadas, uma vez que as

mesmas necessitarão do abastecimento de grande número de animais de boa qualidade para reposição. De maneira geral, melhores desempenhos produtivos e reprodutivos, menores taxas de mortalidade, melhores rendimentos de carcaça são alguns dos benefícios em índices zootécnicos e em melhoria da qualidade dos produtos promovidos pela irrigação dos pastos em comparação aos sistemas produtivos atuais, o que poderá estabelecer novos rumos ao Semiárido brasileiro.

No entanto, a consolidação das pastagens irrigadas na região dependerá também da geração de modelos produtivos capazes de promover boas rentabilidades com a maior eficiência de utilização do recurso hídrico e, sobretudo, que possa democratizar essa importante ferramenta aos agricultores de base familiar que constituem a grande maioria dos estabelecimentos pecuários da região Nordeste. Dessa forma, o presente texto tem como objetivos apresentar e discutir alguns aspectos relacionados com a irrigação dos pastos para o Semiárido brasileiro.

Fatores climáticos e a irrigação dos pastos

No Brasil, a irrigação de pastos foi introduzida com o intuito de se aumentar a produção de forragem durante a época seca do ano, reduzindo-se a estacionalidade de produção das plantas forrageiras. No entanto, o aumento da produção de forragem nessa época com o uso da irrigação não é consistente, uma vez que o crescimento das plantas forrageiras também é determinado pela temperatura e fotoperíodo, além da quantidade de água e nutrientes. Contudo, mesmo em locais onde a irrigação não aumentou a produção de forragem na seca, ela foi útil para melhorar a produção na época das águas ou em reduzir os períodos de veranicos durante a estação chuvosa.

Em trabalhos clássicos conduzidos no Sudeste brasileiro com o uso de irrigação em pastos de capim-elefante (GUELFILHO, 1972; FARIA; CORSI, 1986) e capim-colonião (GUELFILHO, 1978) foram obtidos aumentos na produção de forragem anual. Entretanto, os valores observados na época seca representaram apenas 30% da produção obtida na estação chuvosa. De forma semelhante, Rassini (2004) avaliou as respostas produtivas de diversas plantas forrageiras tropicais submetidas à irrigação e observou acréscimo na produção de forragem anual da ordem de 30% a 40% com o uso da irrigação, com destaque para os capins elefante e tanzânia (Tabela 1). Contudo, a produção de forragem com o uso da irrigação na época seca correspondeu a apenas 54% da produção obtida na época das águas, ou seja, não eliminou a ocorrência da estacionalidade de produção de forragem, que pode variar de 60 a 150 dias, na região Sudeste do Brasil, e ser ainda maior no Semiárido brasileiro.

São vários os fatores climáticos que agem conjuntamente e que influenciam o crescimento da planta forrageira, como exemplos, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa e a temperatura do ar, a radiação solar e outros. Segundo Rodrigues et

al. (1993), a temperatura do ar mínima para o crescimento de gramíneas e leguminosas tropicais é de 15°C e ótima entre 30°C e 35°C. Já, de acordo com Moreno (2004), a temperatura do ar, base inferior para o crescimento de gramíneas forrageiras do gênero *Panicum*, é 15,61°C para o capim-massai, 16,22°C para o capim-atlas, 17,06°C para o capim-tanzânia, 17,53°C para o capim-tobiatã e 17,54°C para o capim-mombaça.

Tabela 1. Produção de forragem (kg de matéria seca/ha/ano) de plantas forrageiras irrigadas e não-irrigadas na região Sudeste do Brasil.

Forrageira	Irigado	Não-irrigado
Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.)	46,1	28,2
Capim-tanzânia (<i>Panicum maximum</i> Jacq.)	29,2	18,4
Capim-pojuca (<i>Paspalum atratum</i>)	23,6	18,1
Capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.)	24,3	16,1
Capim-marandu (<i>Brachiaria brizantha</i> A. Rich. Stapf.)	23,6	15,4
Grama Coast-cross (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	16,1	12,7
Média	27,2	18,2
Entressafra/safra (%)	54,3	30,7

Fonte: Rassini (2004).

Desse modo, as respostas produtivas das plantas forrageiras tropicais, especialmente aquelas do gênero *Panicum* em municípios situados dentro dos limites do Semiárido brasileiro como Senhor Bonfim/BA, Triunfo/PE e Campina Grande/PB, seriam comprometidas em alguns meses durante o ano (Figura 1). Nesse caso, o uso da irrigação não seria suficiente para eliminar completamente a estacionalidade de produção de forragens para esses municípios acima citados.

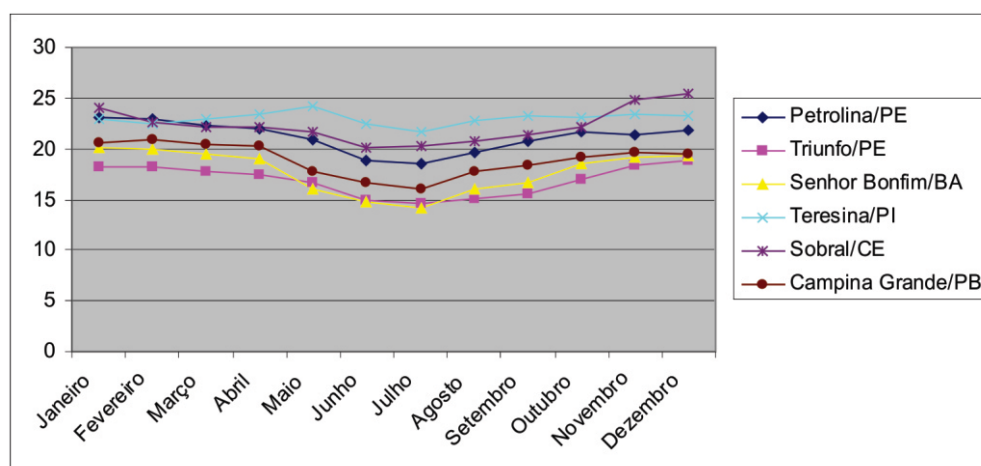


Figura 1. Valores médios de temperaturas mínimas mensais (°C) de localidades situadas no Semiárido brasileiro no ano de 2008.

Fonte: Agritempo (2009).

Nas demais regiões que compõem o Semiárido e não sofrem limitações climáticas ou relacionadas ao solo, a irrigação dos pastos é ferramenta fundamental não apenas para possibilitar o aumento na produção de forragem e nas taxas de lotação das pastagens, mas também para garantir a perenização das principais espécies forrageiras, como as gramíneas dos gêneros *Pennisetum*, *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon*, já que os regimes pluviométricos da região são inferiores a 800 mm anuais. Nas regiões de Petrolina/PE e Juazeiro/BA a precipitação média é ainda menor, da ordem de 400 a 500 mm anuais, concentrada entre os meses de novembro a maio.

A irrigação dos pastos para essas regiões do Semiárido pode se constituir em importante vantagem competitiva em comparação a outras regiões produtoras do Brasil e exterior, visto que os produtores do Nordeste poderão obter produtos com qualidade com menores custos durante todo o ano. Na região Sudeste brasileira, por exemplo, a produção durante a estação seca deverá ser baseada em sistemas confinados, os quais são mais onerosos em relação aos sistemas de produção em pastagens.

No entanto, o sucesso da exploração de ruminantes em pastagens para o Semiárido dependerá, dentre tantos fatores, do bom estabelecimento das pastagens e manejo do pastejo, do adequado manejo de irrigação e, sobretudo, do atendimento das exigências em água e nutrientes para as plantas forrageiras, garantindo ótima produção de forragem sem desperdício do recurso hídrico.

Exigências hídricas de plantas forrageiras e lâminas de água para irrigação dos pastos

Do total de água do planeta Terra, 97% estão situados nos mares e oceanos e apenas 1% corresponde à água doce (superficial ou subterrânea), disponível para o consumo humano. Segundo a Organização das Nações Unidas, a escassez de água potável atinge 2 bilhões de pessoas em todo o mundo e, considerando-se o mesmo ritmo de crescimento populacional e consumo dos recursos hídricos, em 50 anos serão 4 bilhões de pessoas sem água. Além disso, a água contaminada pelo descaso ambiental mata 2,2 bilhões de pessoas por ano. Desse modo, é importante que se discuta e que sejam estabelecidos critérios de utilização da água potável, já que um dos grandes consumidores de água é a agricultura, respondendo por aproximadamente 70%.

Em áreas de pastos irrigados, considerando-se uma reposição diária de 5 mm (5 L/m²), seriam aplicados 50.000 L de água/ha/dia, ou seja, mais de 18 milhões de litros de água anuais. Nessa mesma área é possível produzir cerca de 3.000 kg de carne ovina ao ano, o que equivale a 6.000 L de água para a produção de 1 kg de carne. Esses valores demonstram a importância do aumento da eficiência de produção de forragem e de produtos de origem animal em relação à quantidade de recurso hídrico utilizado.

Para isso é importante gerar modelos produtivos, visando à produção de animais em áreas irrigadas que contemplem as características sociais, culturais e ambientais da região e que incluam o uso de métodos eficientes de manejo de irrigação com a correta lâmina a ser aplicada. Além disso, é importante ressaltar que o direito de outorga de uso das águas deve ser solicitado antes da implantação de qualquer intervenção que venha a alterar o regime, a quantidade ou a qualidade das águas. A outorga é solicitada junto ao órgão estadual competente, para águas de domínio estadual, enquanto que as águas da União são concedidas pela Agência Nacional de Águas (ANA), de acordo com a Lei 9.984/2000.

A agricultura irrigada apresenta diversos benefícios que só podem ser alcançados em toda sua plenitude quando o sistema de irrigação for utilizado com critérios de manejo que resultem em aplicações de água de qualidade, no momento oportuno e nas quantidades compatíveis com as necessidades de consumo das culturas irrigadas. A necessidade hídrica das plantas está diretamente relacionada com a evapotranspiração, ou seja, com a quantidade de água que se perde para a atmosfera na forma de vapor; e a evaporação da água do solo, com a transpiração e incorporação de água ao tecido vegetal. A água que é retida na planta, denominada de água de constituição, representa uma fração muito pequena em relação à água perdida por evaporação e transpiração. Esses dois parâmetros é que determinam a evapotranspiração da cultura.

A evapotranspiração é influenciada principalmente pelo clima, o tipo de planta e o estágio de desenvolvimento desta. Durante o período seco, a necessidade hídrica tende a ser maior, em virtude do aumento da evaporação e da diminuição da água disponível no solo. Em relação ao tipo de planta, aquelas com o ciclo fisiológico do tipo C3, em que estão todas as leguminosas, como leucena, gliricídia e alfafa, têm exigência hídrica maior do que as plantas tipo C4, que são as gramíneas (ex.: milho, sorgo e gramíneas forrageiras, em geral). De forma generalista, as plantas com ciclo C4 necessitam de 250 a 350 g de água para produzir 1 g de matéria seca, enquanto as com ciclo C3 necessitam de 450-950 g de água para alcançar a mesma produção. As cactáceas, consideradas mais eficientes no uso da água, precisam de 18 a 125 g de água por grama de matéria seca. Entretanto, apesar de serem mais eficientes no uso de água, as cactáceas apresentam menores taxas de crescimento em relação às gramíneas forrageiras tropicais, em razão das menores taxas fotossintéticas (MARENCO; LOPES, 2005).

Em termos do efeito do estágio fisiológico sobre a necessidade hídrica de plantas forrageiras, a alfafa foi uma das plantas mais estudadas. Observou-se que essa planta aumenta seu consumo hídrico no início da floração (semente) e imediatamente após o corte, quando começa a apresentar menores valores que logo se estabilizam. Heichel (1983) encontrou que os valores de evapotranspiração em plantações de alfafa

têm variado entre 4,1 a 12 mm/dia, ao longo do ciclo de crescimento da planta. O consumo de água observado variou de 800 a 1600 mm por ciclo vegetativo, sendo o clima o fator determinante para a amplitude mensurada.

O Coeficiente da cultura (K_c) é considerado um dos mais importantes parâmetros para quantificar o consumo de água no que se refere às relações hídricas. O K_c é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$K_c = \frac{E_{tp}}{E_{To}}$$

K_c : coeficiente da cultura;

E_{tp} : evapotranspiração potencial da cultura considerada, ou seja, quantidade de água consumida, em determinado intervalo de tempo, pela cultura em plena atividade vegetativa;

E_{To} : evapotranspiração de referência, medida no lugar da cultura considerada, ou seja, é a taxa de evapotranspiração de uma superfície com vegetação rasteira.

No Brasil, para a maioria das culturas agrícolas, existem indicações de K_c s, que inclusive são utilizados como ferramenta para orientar o manejo da irrigação. No entanto, para plantas forrageiras os estudos ainda são bem incipientes e pontuais, sendo necessário que mais estudos que englobem diversas culturas em todas as regiões do país sejam conduzidos. Na Tabela 2 é apresentada uma compilação de dados da literatura com valores de K_c para plantas forrageiras em situações específicas.

Tabela 2. Valores de coeficiente de cultura (K_c) para plantas forrageiras na época de verão.

Planta Forrageira	Estágio de desenvolvimento	Valor de K_c
Gramínea		
Capim-elefante	Vegetativo (adubado:50kg N/ha)	0,5
Capim-elefante	Vegetativo (adubado:100kg N/ha)	0,8
Capim-elefante	Vegetativo (adubado:150kg N/ha)	1,1
Capim-tanzânia	Vegetativo	0,45-0,93
Milho	Estágio inicial (9 folhas)	0,4
Milho	Máxima taxa de crescimento	1,20
Leguminosa		
Alfafa	Vegetativo (20 cm)	0,40
Alfafa	Vegetativo (60 cm)	1,00

Fonte: Ararate; Tafur (1990); Doorenbos; Pruitt (1997); Delgado-Rojas et al. (2004); Rassini; Leme (2001).

Ao analisar os dados da Tabela 2, é possível observar que, por exemplo, o aumento na quantidade de nitrogênio aumenta a necessidade de água da planta. Também é possível visualizar que nos estágios iniciais os valores de K_c foram sempre menores, enquanto que nas fases finais a demanda hídrica foi maior. Tanto para o nitrogênio quanto para o estágio fisiológico, a intensificação do metabolismo da planta, pelo aumento na área foliar, é a principal responsável pelo aumento na demanda hídrica (DELGADO-ROJAS et al., 2004).

Em situação de lotação rotacionada, o que se observa é que, ao longo do período de pastejo, há redução na área foliar e, com isso, a atividade metabólica da planta é alterada, refletindo-se em redução no K_c logo após o pastejo e aumento do mesmo ao longo do período de descanso (Figura 1).

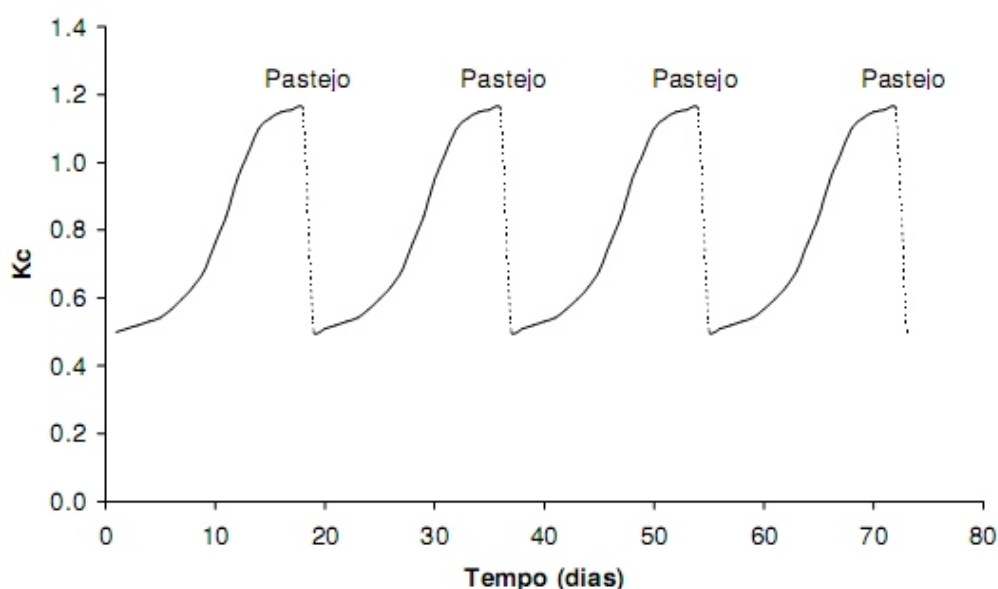


Figura 2. Variação no K_c de uma planta forrageira mantida sob pastejo rotativo. (Fonte: MENDONÇA, 2008).

A importância dos valores de K_c para a irrigação dos pastos é reconhecida, contudo, ainda são limitados os valores determinados para as plantas forrageiras tropicais. Lourenço et al. (2001) obtiveram para o capim-tanzânia manejado em ciclos de pastejo de 36 dias valores de K_c de 0,30 a 0,40 para a fase inicial de desenvolvimento e de 1,10 a 1,40 na fase final. Os autores associaram esses valores ao índice de área foliar, sendo 1,0 a 1,5 logo após o corte e 4,0 a 5,5 ao final do ciclo. Já Lopes et al. (2003) utilizaram valores de K_c de 0,85 para o capim-elefante enquanto que o valor 1,0 foi utilizado por Quintanilha et al. (2006) para os capins mombaça e marandu. Para o capim-bufel (*Cenchrus ciliaris*), planta forrageira com baixa exigência hídrica, o K_c médio é de 0,62 (DANTAS NETO et al., 1996) enquanto que para a alfafa (*Medicago sativa*) o K_c médio variou entre 0,88 a 1,15, o máximo variou de 1,23 a 1,57 e o mínimo de 0,15 a 0,21 (CUNHA et al., 1993). O avanço na determinação dos valores de K_c para

as plantas forrageiras tropicais, fracionada por fases de desenvolvimento especialmente para a região semiárida brasileira, é de fundamental importância para se melhorar a eficiência da irrigação das pastagens e, sobretudo, a eficiência de utilização de água pelas plantas.

Do ponto de vista fisiológico, o ideal seria que o manejo da irrigação fosse alterado conforme a necessidade hídrica da planta, no entanto, tal manejo é pouco prático para a condição de plantas forrageiras mantidas em regime de pastejo. Especialmente para a o uso da planta forrageira em pastejo, o monitoramento de características climáticas, com uso de informações provenientes de estações meteorológicas, tem permitido utilizar dados que estimam a evapotranspiração da cultura, definindo seu consumo hídrico. De posse desses dados associados com a disponibilidade de água no solo, podem-se definir, a qualquer momento, a quantidade de água utilizada, o momento de irrigar e com quanto irrigar (lâmina de água), por meio do balanço hídrico.

São variadas as respostas em produção e qualidade das plantas forrageiras em função de alterações das lâminas de irrigação. Teodoro et al. (2002) avaliaram as respostas produtivas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) submetido a crescentes lâminas de irrigação (0; 25; 50; 75 e 125% da evapotranspiração de referência do tanque Classe A), com um turno de rega de três dias, e observaram maior produção de forragem com o aumento do fornecimento de água.

Comportamento semelhante foi obtido por Vanzela et al. (2006) que avaliaram as respostas produtivas de pastagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) submetidas a diferentes lâminas de irrigação (0; 50; 100 e 150% da evapotranspiração de referência do tanque classe A) e quatro doses de nitrogênio (N) (0; 25; 50 e 100 kg de N/ha) no município de Iacri/SP e também observaram maior produção de forragem com o aumento da aplicação de água.

Por outro lado, Soria et al. (2003) não encontraram respostas positivas ao aumento da lâmina de irrigação (0; 30; 70; 100 e 150% do coeficiente de cultura) do capim-tanzânia no município de Piracicaba/SP e justificaram essas observações pelas características físicas do solo.

Já, Gargantini et al. (2005) que avaliaram as respostas produtivas do capim-mombaça submetido a crescentes lâminas de irrigação na região Oeste do Estado de São Paulo (0; 50; 100 e 150% da evapotranspiração de referência do tanque classe A) e doses de N (0; 25; 50 e 100 kg de N/ha) observaram maior produção de forragem com o uso de lâminas de irrigação que variavam entre 73% a 114% da ETo, com adubações nitrogenadas entre 83 a 100 kg de N/ha e períodos de descanso da pastagem de 33 dias. Apenas para o período entre junho a setembro, utilizando períodos de descanso da pastagem de 46 dias, foi recomendado o uso da lâmina de irrigação baseada em 150% da ETo e aplicação de 50 kg N/ha.

Vitor (2006) avaliou o efeito de diferentes lâminas de água (0 a 120% da evapotranspiração real) associada ao uso de quatro doses de adubação nitrogenada sobre as respostas produtivas do capim-elefante durante as estações chuvosa e seca do ano e observou que o aumento do fornecimento de água não afetou a produção de forragem, ou seja, não reduziu a estacionalidade de produção dessa planta forrageira (Figura 3).

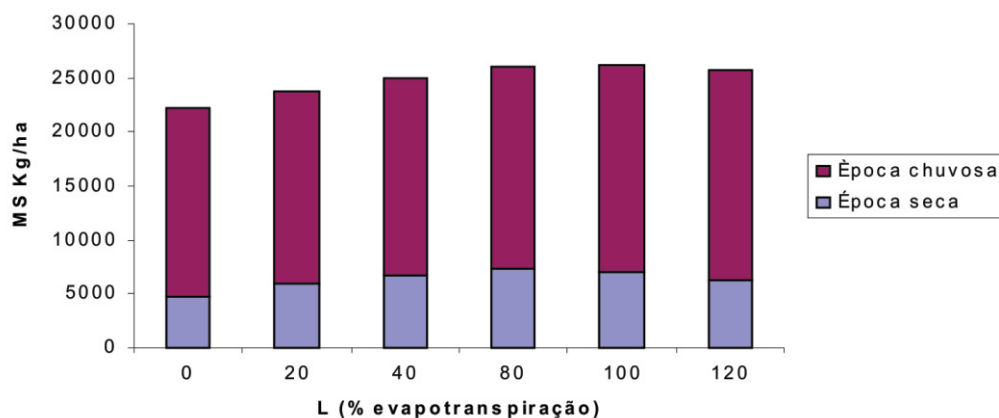


Figura 3. Produção de matéria seca acumulada (kg/ha de MS) nas épocas seca e chuvosa, de acordo com a lâmina de água administrada.

Fonte: Vitor (2006).

De modo geral, as gramíneas forrageiras tropicais apresentam respostas diferenciadas em produção e valor nutritivo em relação à quantidade de água recebida, sendo que essas respostas parecem também estar associadas à espécie forrageira, à adubação, ao local, ao tipo de solo e à estação do ano.

Em estudo conduzido por Alencar (2007) na região Leste do Estado de Minas Gerais com o objetivo de avaliar a produção de forragem de seis gramíneas forrageiras tropicais (capins xaraés, mombaça, tanzânia, pioneiro, marandu e estrela-africana) submetidas a diferentes lâminas de irrigação (0; 18; 45; 77; 100 e 120% da evapotranspiração de referência) e doses de nitrogênio foi observada, para o período de outono/inverno, maior resposta produtiva do capim-xaraés em relação aos capins mombaça e marandu apenas com o uso de 45% de lâmina de irrigação (252 mm) (Tabela 3). As outras lâminas de irrigação utilizadas não afetaram a produção de forragem no período outono/inverno.

Na primavera/verão, os capins xaraés e pioneiro apresentaram maior produção de forragem em relação à estrela-africana, na ausência de irrigação. Nesse mesmo período, o capim-xaraés apresentou maior produção de forragem em relação à marandu com o uso da lâmina de irrigação de 45% (252 mm), ao capim-mombaça com o uso de 77% (431 mm) e aos capins tanzânia, pioneiro e marandu com o uso de 120% de lâmina de irrigação (672 mm). O capim-tanzânia também apresentou menor

produção em relação à estrela-africana, com o uso de 100% (560 mm) de lâmina de irrigação (ALENCAR, 2007).

Tabela 3. Valores médios de matéria seca passível de ser consumida (kg/ha), em condições de pastejo nas respectivas combinações de lâminas de irrigação, gramíneas e estações do ano.

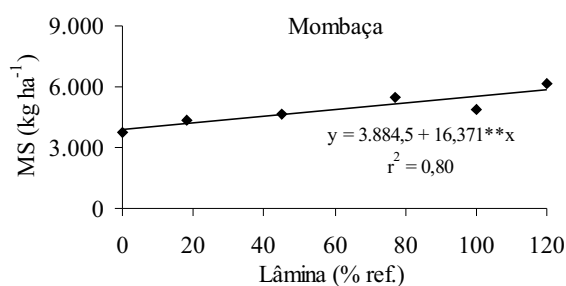
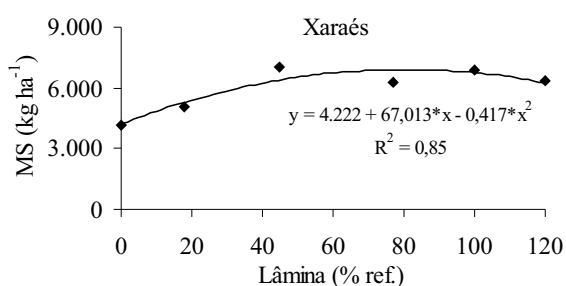
Gramínea	0% (0 mm)		18% (101 mm)		45% (252 mm)	
	Out./Inv.	Pri./Ver.	Out./Inv.	Pri./Ver.	Out./Inv.	Pri./Ver.
Xaraés	4.186 Ab	7.622 Aa	5.090 Ab	7.869 Aa	7.063 Aa	8.164 Aa
Mombaça	3.718 Ab	6.535 ABa	4.366 Ab	6.227 Aa	4.620 Bb	7.494 ABa
Tanzânia	3.585 Ab	6.385 ABa	3.987 Ab	6.272 Aa	5.082 ABb	6.716 ABa
Pioneiro	4.202 Ab	7.543 Aa	4.962 Ab	6.854 Aa	5.419 ABb	6.915 ABa
Marandu	4.065 Ab	6.794 ABa	4.154 Ab	6.481 Aa	4.805 Ba	5.754 Ba
Estrela africana	4.333 Aa	5.443 Ba	4.358 Ab	7.612 Aa	6.150 ABa	7.229 ABa

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha, em cada lâmina de irrigação, e seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Alencar (2007).

As plantas forrageiras avaliadas no estudo de Alencar (2007) apresentaram maior produção na primavera/verão em relação ao outono/inverno. Essa resposta pode ter sido observada em virtude da queda no metabolismo da planta que refletiu em menores taxas de perfilhamento, aparecimento e alongamento de folhas e colmos além de menores taxas evapotranspirométricas. Essa alteração no metabolismo da planta pode ter sido decorrente das menores temperaturas encontradas no período de outono/inverno.

Alencar (2007) também elaborou equações para a estimativa da produção de forragem, de acordo com diferentes lâminas de irrigação (Figura 4). Na estação outono/inverno, a lâmina de irrigação proporcionou efeito linear positivo na produção de forragem dos capins mombaça, pioneiro e marandu. Para as demais gramíneas (xaraés, tanzânia e estrela-africana) foi observada uma resposta quadrática, em que os máximos estimados foram nas lâminas de irrigação de 80% (450 mm) e 74% da referência (415 mm), respectivamente.



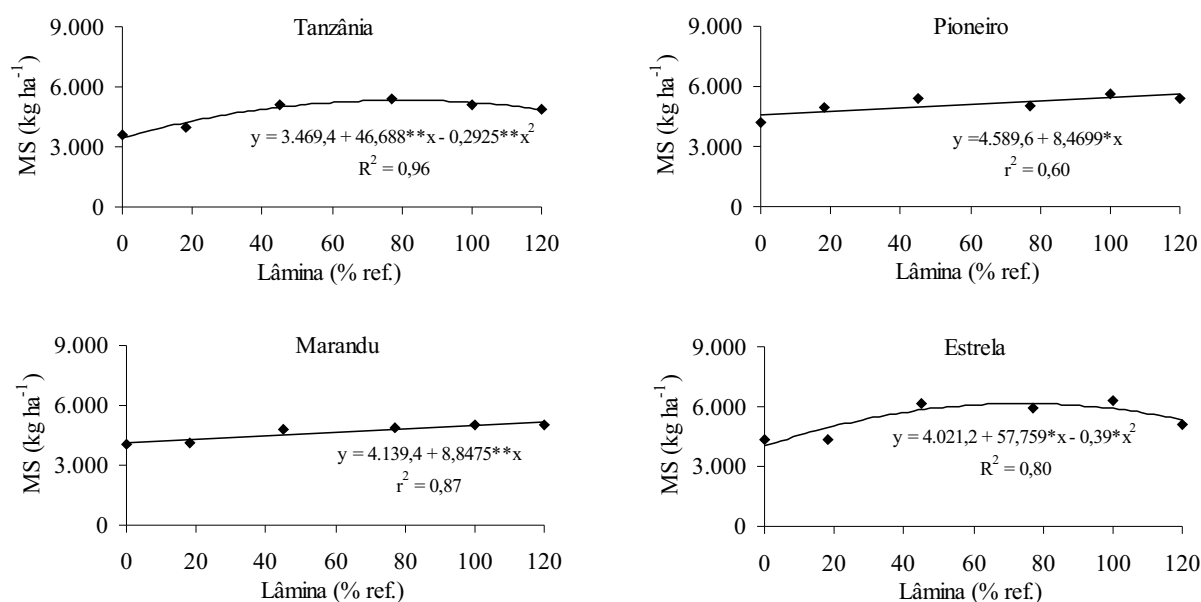


Figura 4. Estimativa da produtividade de matéria seca passível de ser consumida (kg/ha) de seis gramíneas forrageiras em condições de pastejo, no período de outono/inverno, em função das lâminas de irrigação (% referência).

Fonte: Alencar (2007).

Lourenço (2004) observou melhores respostas produtivas do capim-tanzânia adubado e irrigado com lâminas de água que variaram de 75% a 100% da evapotranspiração de referência. Segundo o mesmo autor, quanto maior a dose de nitrogênio, mais significativo o efeito da deficiência hídrica na produção de forragem, ou seja, quanto mais intensivo o sistema de produção, maior a redução na produtividade com a ocorrência de veranicos. Assim, o sistema de irrigação se torna um atrativo importante ao pecuarista, para que possa evitar os riscos climáticos e garantir a produção de forragem. Mistura et al. (2008) obtiveram acréscimo de 3.200 kg de matéria seca de forragem de capim-aruana com o aumento da adubação nitrogenada de 75 kg para 675 kg de nitrogênio/ha/ano, na mesma lâmina de irrigação.

Outra estratégia para melhorar a eficiência de utilização da irrigação das pastagens é estabelecer a frequência de irrigação e o manejo de adubação das pastagens irrigadas. Cunha et al. (2008) avaliaram as respostas produtivas do capim-tanzânia submetido a crescentes lâminas de irrigação (50, 75 e 100% para o restabelecimento da disponibilidade total de água no solo) e três frequências de aplicação (1, 4 e 7 dias) e encontraram maior produção de forragem com o uso de 100% de lâmina de irrigação e um dia de frequência de irrigação.

Na região de Petrolina/PE e Juazeiro/BA, com o uso de lâmina de irrigação de nove mm/dia aplicada via pivô central, Mistura et al. (2008) obtiveram valores de massa de forragem em pré-pastejo que variaram de 3.000 a 6.200 kg e de 2.500 a 4.000 kg de matéria seca/ha no pós-pastejo para pastagens de capim-aruana adubadas com

diferentes doses de nitrogênio. O acúmulo de forragem variou de 500 a 2.200 kg de matéria seca/ha em 21 dias, ou seja, 24 a 105 kg de matéria seca/ha/dia e 2,65 a 11,65 kg de matéria seca por mm de água aplicada. Já Souza et al. (2010) trabalharam com pastos de capim-tifton 85, recebendo lâminas de irrigação de 5 mm/dia aplicados por meio de aspersores canhões, com ciclos de pastejo de 24 dias (4 dias de ocupação e 20 dias de descanso) e obtiveram valores de 20 kg de matéria seca por mm de água aplicada. Nesse caso, sem o uso da irrigação, as plantas forrageiras poderiam não perenizar, como normalmente acontece na região.

Esses valores de produção de forragem por lâmina de irrigação aplicada, observados nos estudos de Mistura et al. (2008) e Souza et al. (2010), estão dentro da faixa de resposta obtida por Alencar (2007). No estudo conduzido por Alencar (2007), as produções de matéria seca de forragem por mm de água aplicada variaram de 7,28 com o uso de 672 mm a 77,91 com o uso de 101 mm. Se for considerada a resposta produtiva, além daquela observada para os capins que não receberam irrigação, houve variação de 0,69 a 14,62 kg de matéria seca/mm de água aplicada.

Equipamentos de irrigação

A maioria dos sistemas de irrigação disponíveis pode ser utilizada para uso em pastagens. Na prática alguns fatores limitam essa generalização, como os custos de investimentos, a operacionalidade, a disponibilidade de mão-de-obra e as características da propriedade (topografia, solo, clima, espécie forrageira, presença do animal e questão cultural). No Brasil, a maioria das propriedades que praticam a irrigação das pastagens utiliza a aspersão nas formas de pivô central, em malha e, em menor escala, os canhões autopropelidos.

Sistema de aplicação fixo em malha

O sistema de aplicação fixo em malha (Figura 5) refere-se a um projeto que se caracteriza pela utilização de tubulações de PVC de diâmetros pequenos (1/2 até 1") que são enterrados e interligados em um sistema denominado malha. Em cada um dos pontos de instalação dos aspersores é colocado um tubo de subida fixo, vedado por um simples tampão de PVC que é retirado manualmente para a instalação dos aspersores. Tal sistema apresenta, como vantagens, a facilidade de ajuste a diversos tipos de topografia, baixo custo de implantação, baixo consumo de energia elétrica e facilidade de operação e manutenção e, como desvantagens, as limitações de automação além da exigência de abertura de grande número de valetas.

A irrigação por aspersão convencional semifixa de baixa pressão é um sistema em que as linhas principais, secundárias e laterais são em quantidades suficientes para

irrigar toda a área. Apesar de as tubulações serem suficientes para irrigar ao mesmo tempo a área inteira, a irrigação é feita com funcionamento de determinado número de aspersores por vez, de acordo com o turno de rega. Para isso o sistema é dotado de tampão com rosca (cap BR), com controle manual, nos pontos de irrigação. A troca desses aspersores é feita a cada 8, 12 ou 24h, dependendo da sua intensidade de aplicação, que pode variar de 2,0 a 10,0 mm/h.

No sistema convencional, a linha lateral terá de abastecer todos os aspersores que nela estão conectados, de uma só vez. Por isso, o diâmetro do tubo deverá ser compatível com essa vazão. Após completar a irrigação nessa posição, são desmontadas as tubulações que compõem as linhas laterais e montadas nas posições seguintes, o que demanda grande quantidade de mão-de-obra, além do aumento dos danos nas tubulações.



Foto: Tadeu Voltolini.

Figura 5. Pastos irrigados por aspersão em malha em propriedade particular no município de São Mateus/ES.

O sistema de irrigação por aspersão em malha, com aspersores de baixo e médio alcance, pode ser dimensionado com espaçamentos que variam de 6 x 6 m até 24 x 24 m nas linhas e entre elas. Nesse caso, um sistema implantado em área com até 100 ha pode ser operado por uma pessoa. Com o uso de minicanhões, os espaçamentos dos pontos de instalação podem variar de 30 x 30 m até 42 x 42 m, sendo que áreas com até 200 ha também podem ser operadas por apenas uma pessoa. Além disso, é recomendado o uso de aspersores plásticos a fim de se evitar desgastes que ocorrem nos acoplamentos com o adaptador de PVC.

A profundidade da malha dependerá da cultura e do manejo pretendido, podendo os tubos ficar enterrados com profundidade que variam de 40 a 80 cm. Essa profundidade permite o preparo de solo para a implantação de outras culturas, conforme necessidade do uso da área.

Nos pontos de subidas dos tubos aspersores são também posicionadas estacas de madeira ou outro material para dar suporte aos mesmos. Os aspersores deverão ficar cerca de 40 a 60 cm acima do nível do solo para áreas com os capins dos gêneros *Brachiaria* e *Cynodon* e 1,60 a 1,80 m para os capins do gênero *Panicum* e *Pennisetum* e para a cana-de-açúcar. Com o uso de tubos mais elevados, é recomendado utilizar material protetor, como o arame farpado, a fim de evitar o contato dos animais. Após completar cada irrigação, a bomba é desligada e a posição dos aspersores é modificada. É também recomendável pintar a base do aspersor ou do regulador de pressão para facilitar a visualização no campo.

Pivô central

É um sistema de movimentação circular, constituído de uma linha, com vários aspersores de 200 a 800 m de comprimento com tubos de aço de acoplamento especial, suportada por torres dotadas de rodas. Dispositivos de propulsão do sistema imprimem à linha um movimento de rotação em torno de um ponto pivô (Figura 6). O sistema é dotado de recursos de ajuste de velocidade de rotação e alinhamento das tubulações. Sua capacidade varia entre 25 a 200 ha, por unidade. O pivô central apresenta como vantagem a economia de mão-de-obra, pois, após completar uma aplicação, o sistema retorna ao ponto inicial. Além disso, esse método de irrigação oferece boa uniformidade de aplicação de água às pastagens. Como desvantagens, o pivô central proporciona certa dificuldade para mudança de área e a possibilidade de surgimento de escoamento superficial na extremidade do pivô.



Foto: Tadeu Voltolini.

Figura 6. Pastos irrigados com o uso de pivô central em área da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) no município de Juazeiro/BA.

O sistema de pivô central é o método de irrigação mais automatizado disponível no mercado nacional. No pivô central, a área tem sido dividida em piquetes, favorecendo-se o manejo da pastagem e dos animais ou o manejo da irrigação e da fertirrigação. A forma mais utilizada para a instalação do pivô é a *pizza* por favorecer também o processo de fertirrigação. A área de lazer para os animais, assim como as áreas de bebedouros e saleiros, pode ser lotada no centro ou na periferia da área do pivô.

Quando instalado no centro, pode provocar a compactação dessa área e aumentar a presença de lama. No entanto, facilita a construção, manejo e distribuição de sombra, bebedouros, comedouros e saleiros. A divisão dos piquetes da área do pivô pode ser realizada com cercas fixas ou móveis, sendo que estas últimas têm sido mais utilizadas pela facilidade de mudança e economia de arame. Nas cercas móveis são utilizados carretéis com cabo de aço de 1,6 mm de diâmetro, colocando-se um fio de cerca de 70 cm e outro de 110 a 130 cm em relação ao solo.

Autopropelido

O autopropelido é movimentado por energia hidráulica, sendo composto por um canhão hidráulico (aspersor canhão), montado sobre uma plataforma, que se desloca sobre o terreno, irrigando-o simultaneamente. Exige um motor para a propulsão, um aspersor do tipo canhão, uma mangueira de alta pressão (até 500 m), um cabo de aço ou um carretel enrolador (dependendo do tipo de movimentação) e uma plataforma para instalação. Existem basicamente dois tipos de autopropelidos encontrados no mercado, de acordo com seu agente movimentador: com movimentação por cabo de aço e por carretel enrolador.

Autopropelido com movimentação por cabo de aço

O equipamento movimenta-se pelo recolhimento de um cabo de aço. É o mais antigo, de menor custo de aquisição, e sua principal limitação é a baixa durabilidade da mangueira. Geralmente necessita de maquinário para enrolamento da mangueira após a irrigação no local.

Autopropelido com movimentação por carretel enrolador

O equipamento movimenta-se por meio do recolhimento da própria mangueira de condução da água de irrigação, por um carretel enrolador. É o mais utilizado atualmente, possuindo uma vida útil maior que a do outro tipo, pois a mangueira já vai sendo enrolada e não se arrasta pelo chão. O fluido bombeado movimenta uma turbina,

que aciona um sistema de engrenagens, promovendo a movimentação da plataforma, por recolhimento do cabo de aço, ou da mangueira, pelo carretel enrolador.

As principais vantagens desse sistema são permitir a fertirrigação de várias áreas com apenas um equipamento e facilitar projetar o sistema. As desvantagens são o excessivo consumo de energia em função da grande perda de carga para promover a movimentação (acionar a turbina), da alta pressão de serviço do canhão hidráulico, da perda de carga promovida pelo grande comprimento da mangueira.

Na comparação entre quatro sistemas de irrigação: aspersão convencional, aspersão semifixa, aspersão em autopropelido e aspersão por pivô central para uma área de 40 ha de pastagens, Martins et al. (2008) observaram que a aspersão semifixa resultou no menor custo de implantação, de manutenção e de energia em relação aos demais métodos. Em contrapartida, a aspersão por pivô central apresentou os maiores custos de implantação, manutenção e de energia elétrica (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação entre Sistemas de Irrigação com o número máximo de horas de funcionamento por dia de 20h.

Sistema	Aspersão Convencional	Aspersão Semifixa	Aspersão Autopropelido	Aspersão Pivô Central
Área (hectares)	40	40	40	40
Lâmina bruta (mm/mês)	145	145	145	145
Eficiência de irrigação	80	80	75	80
Vazão (m ³ /h)	144	113	120	113
Turno de rega (dias)	7	7	7	7
Altura manométrica (mca)	70	60	80	60
Rendimento da bomba (%)	75	75	75	75
Rendimento do motor	90	90	90	90
Potência do sistema (CV)	75	50	75	75
Consumo médio de KW/hora	56	37	56	52
Transformador (KVA)	75	75	75	75
Custo de implantação US\$/ha)*	1.900	1.300	2.300	3.000
Custo manutenção (R\$/ha.ano)	200	100,00	200,00	600,00
Custo de energia (R\$/mês)**	7.000,00	4.900,00	7.400,00	6.800,00
Impacto ao Meio Ambiente	Médio	Baixo	Médio	Alto
Dependência tecnológica	Baixa	Baixa	Média	Alta
Vida útil média (anos)	10	25	15	25
Declive do terreno (%)	s/restrrição	s/restrrição	até 20%	Até 20%
Qualidade da mão-de-obra	Normal	Normal	Treinada	Treinada
Disponibilidade de mão-de-obra	Alta	Baixa	Baixa	Baixa
Automação	-	Não	Sim	Sim
Fertirrigação	Sim	Sim	Sim	Sim
Financiamento FINAME	Sim	Não	Sim	Sim

*Dólar = R\$ 1,70 (25/07/08). ** KW/hora = R\$ 0,30 (Tarifa normal); R\$ 0,10 (Tarifa reduzida das 22 às 6h) Consumidor Classe B.

Fonte: Martins et al. (2008).

Para a agricultura familiar do Semiárido brasileiro, que é a base da produção animal na região e possui poucos recursos para a implantação e manutenção de equipamentos de irrigação, o uso de métodos mais simples e baratos deve ser incentivado, especialmente quando se trata de pequenas áreas. Dentre esses métodos, podem-se incluir o uso do aspersor móvel (Figura 7) e a irrigação com o uso de mangueiras.



Foto: Tadeu Voltolini.

Figura 7. Método de irrigação que utiliza aspersor móvel em área de cultivo de hortaliças.

Nesse caso, o agricultor familiar reduz os investimentos com a aquisição e manutenção de equipamentos e aumenta sua ocupação com a atividade produtiva, uma vez que, geralmente, as propriedades possuem mão-de-obra familiar. Esses métodos de irrigação mais simples e baratos podem ser decisivos para se aumentar a rentabilidade da propriedade agrícola. No entanto, o fornecimento de adequadas lâminas de água em função da exigência da planta forrageira assim como o correto estabelecimento dos turnos e horários de irrigação são fatores fundamentais a serem aplicados nesses sistemas de produção.

Águas residuárias para a irrigação de plantas forrageiras

Os dejetos agropecuários, como o liquame de estábulo, as águas residuárias de ordenha, os efluentes de esgoto tratado e as águas residuárias de indústrias (fecularias, laticínios), são alguns dos exemplos de recursos hídricos que poderiam ser utilizados na irrigação de plantas forrageiras no Semiárido brasileiro.

Para uma região que sofre com a escassez hídrica, as águas residuárias poderão ter papel importante para a perenização e produção das áreas de pastagens

ou produção de volumosos suplementares. Além disso, as águas residuárias poderão fornecer boa quantidade de nutrientes para as culturas. O uso desses recursos hídricos para a irrigação também evita que os mesmos sejam administrados nos solos ou nos corpos hídricos, podendo causar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por compostos orgânicos, nutrientes e microrganismos entéricos ou promover alterações físicas, químicas ou biológicas nos solos e diminuir a pressão sobre os recursos hídricos e sobre os mananciais de abastecimento.

Nos corpos hídricos, o lançamento de dejetos sem tratamento prévio pode elevar a demanda bioquímica por oxigênio da água, o que provoca a diminuição do oxigênio dissolvido no meio e aumenta a concentração de sólidos suspensos e dissolvidos na água, além de contribuir com a eutrofização dos corpos hídricos e com a proliferação de doenças veiculadas pela água.

As diretrizes ambientais para o lançamento de efluentes e águas residuárias nos corpos hídricos são determinadas pelo Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Entretanto, atualmente o Brasil não dispõe de uma legislação voltada para a aplicação de dejetos no solo, ao contrário de alguns países europeus, que têm suas normas que usam principalmente o nitrogênio e o fósforo como nutrientes referenciais, dependendo também da cultura a ser plantada. Em países como a França e a Polônia, a aplicação de dejetos, águas residuárias e fertilizantes não pode exceder 170 kg de N/ha/ano e 43,8 a 52,6 kg de P/ha/ano.

Há alguns critérios de qualidade das águas residuárias para sua utilização. Esses critérios são referentes a teores de metais pesados (chumbo, níquel, cobre, zinco, cádmio e mercúrio), salinidade e aspectos sanitários.

Em pastagens, a aplicação de águas residuárias tem elevado consideravelmente a produção de forragem, sem comprometer, pelo menos no médio prazo, os parâmetros físicos, químicos ou biológicos do solo. Segundo Speir et al. (1999), a aplicação de esgoto tratado foi benéfica para a atividade bioquímica do solo, avaliada por meio da respiração basal, biomassa microbiana e atividade de diversas enzimas hidrolíticas. Entretanto, segundo esses autores, o benefício da aplicação do esgoto tratado é decorrente da quantidade de efluente aplicada ao solo, indicando a necessidade de critérios técnicos na implantação e manejo desses sistemas e, sobretudo, no acompanhamento das condições de solo para evitar a degradação dos mesmos.

Quanto à produção de forragem, esta foi avaliada por Drummond et al. (2006) que utilizaram pastagens de Tifton 85 irrigadas com doses crescentes de dejetos líquidos provenientes de granjas suínas. Nesse estudo foi observada maior produção de forragem com o aumento da aplicação do dejetos líquidos em relação ao uso exclusivo de água (Figura 8).

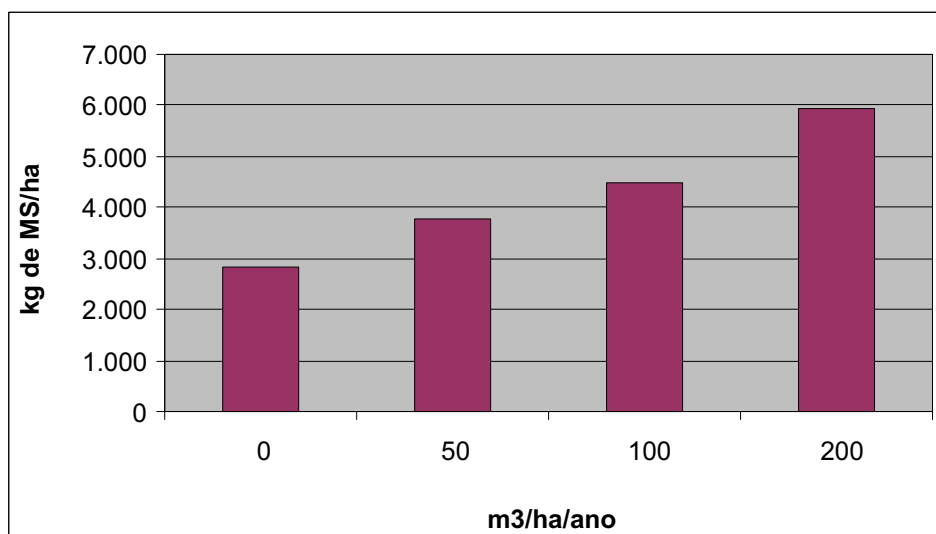


Figura 8. Produção de forragem de pastagens de capim-tifton 85 irrigadas com diferentes lâminas de dejetos líquido suíno.

Fonte: Adaptado de Drummond et al. (2006).

As produções observadas por ciclo de pastejo (30 dias de intervalos de corte) variaram de 2.822 a 5.927 kg de matéria seca/ha, com o uso de 0 a 200 m³/ha/ano de dejetos líquido, ou seja, duas vezes maior em relação à produção de forragem com o uso exclusivo de água.

Manejo do pastejo de plantas forrageiras em áreas irrigadas

A definição de estratégias de manejo do pastejo é etapa fundamental para o aumento da eficiência de produção e utilização das plantas forrageiras tropicais. Dentre as plantas forrageiras tropicais podem ser destacadas as dos gêneros *Pennisetum*, *Panicum*, *Brachiaria* e *Cynodon* para uso em áreas irrigadas. No entanto, para essas plantas forrageiras ainda prevalecem recomendações simplistas e generalistas quanto ao uso e manejo baseados na manutenção de faixas de altura de manejo em pré e pós-pastejo quando exploradas em lotação contínua (pastejo contínuo) e no uso de dias fixos de descanso quando utilizadas em lotação rotacionada (pastejo rotacionado).

Essas recomendações não consideram o dinamismo do ecossistema da pastagem, as variações de clima e solo e os demais fatores ambientais envolvidos no crescimento da planta forrageira, o que pode comprometer a produção de forragem e o consumo e a utilização da forragem produzida (VOLTOLINI et al., 2010).

As plantas forrageiras submetidas ao pastejo apresentam amplitude ótima para a ocorrência de máximas taxas de acúmulo de forragem. Entretanto, essa condição de máxima produção de forragem pode não ser a de máximo consumo de forragem ou desempenho animal, uma vez que a planta forrageira se coloca de formas diferentes ao

animal, dependendo das condições de manejo. Assim, em lotação contínua o conhecimento da condição do dossel forrageiro de máxima taxa de acúmulo de forragem, associado ao máximo consumo ou desempenho animal, é condição fundamental para se indicar o manejo do pastejo para as plantas forrageiras tropicais.

De forma semelhante, em lotação rotacionada o estabelecimento do ciclo de pastejo em dias fixos pode promover a desfolha precoce ou tardia do dossel forrageiro, dependendo das condições experimentadas pela planta durante o período de descanso. Com isso as pastagens podem apresentar menor produção de matéria seca acarretada por colheitas precoces da forragem, prejudicando o crescimento da planta forrageira ou pelo acúmulo de colmos e material morto, em consequência de pastejos tardios em relação ao que indica a fisiologia da planta forrageira.

A adoção de intervalos de pastejos variáveis, baseados na ecofisiologia da planta forrageira, é estratégia eficiente para se definir a frequência de pastejo das gramíneas forrageiras tropicais. Essa proposta baseia-se nas fortes influências que as plantas forrageiras sofrem dos fatores ambientais. Esses fatores irão determinar a dinâmica de crescimento da planta e o melhor momento do pastejo (VOLTOLINI et al., 2010).

Esses conceitos de manejo do pastejo para as plantas forrageiras tropicais têm sido aplicados com bastante êxito na região Sudeste do Brasil, mas podem se constituir em importantes indicativos ao manejo das pastagens irrigadas no Semiárido brasileiro.

Gênero *Brachiaria*

As plantas do gênero *Brachiaria* são caracterizadas pela sua grande flexibilidade de uso e manejo, sendo tolerantes a uma série de limitações e/ou condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras. Dentre as braquiárias, a *Brachiaria brizantha* cv Marandu (capim-marandu) adquiriu grande expressividade nas áreas de pastagens cultivadas e, por essa razão, tornou-se uma das plantas forrageiras mais cultivadas no Brasil.

Em ensaios experimentais conduzidos no município de Piracicaba-SP, pastagens de capim-marandu foram submetidas a regimes de lotação contínua e mantidas a 10, 20, 30 e 40 cm de altura do dossel, durante 13 meses, sendo observada uma amplitude ótima de condições do dossel para produção de forragem que variou de 20 a 40 cm (Figuras 9 e 10). As pastagens mantidas a 10 cm apresentaram um aumento da população de plantas invasoras e diminuição de suas reservas orgânicas ao longo do experimento, indicando ser essa uma condição instável para as plantas de capim-marandu. Em termos agronômicos, ficou demonstrado que uma mesma produção de forragem poderia ser obtida em condições semelhantes de dossel forrageiro. Contudo, o consumo de forragem e o ganho de peso dos animais variaram consideravelmente dentro dessa amplitude de condições, com valores maiores que ocorreram com a altura mantida a 30 e 40 cm (Figuras 11 e 12) (SILVA, 2005).

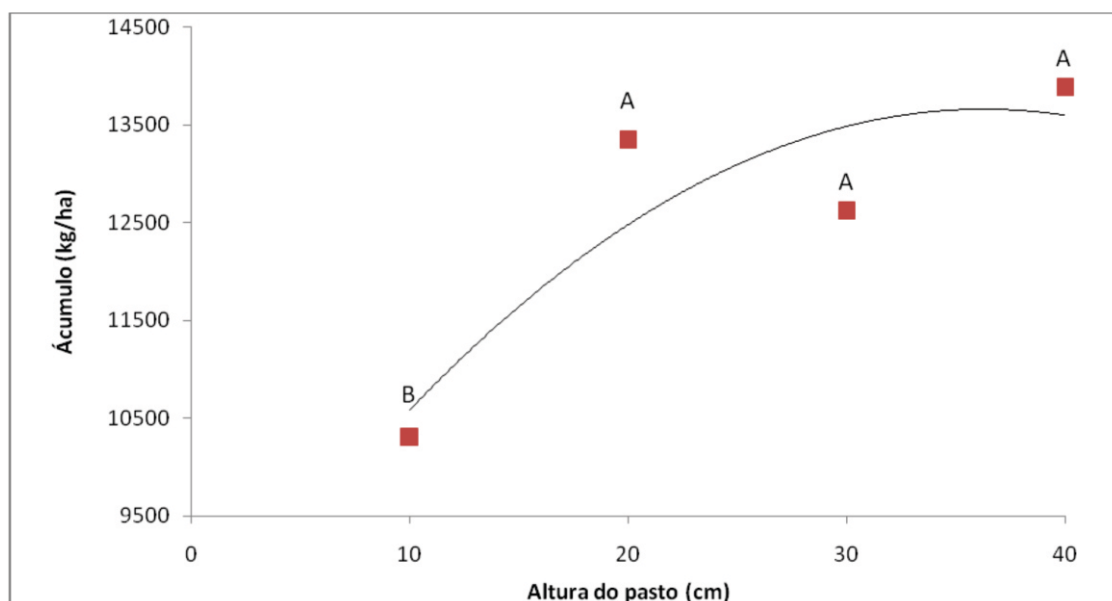


Figura 9. Produção de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu mantida em quatro alturas de pasto de novembro de 2001 a fevereiro de 2002.

Fonte: Adaptado de Lupinacci (2002).

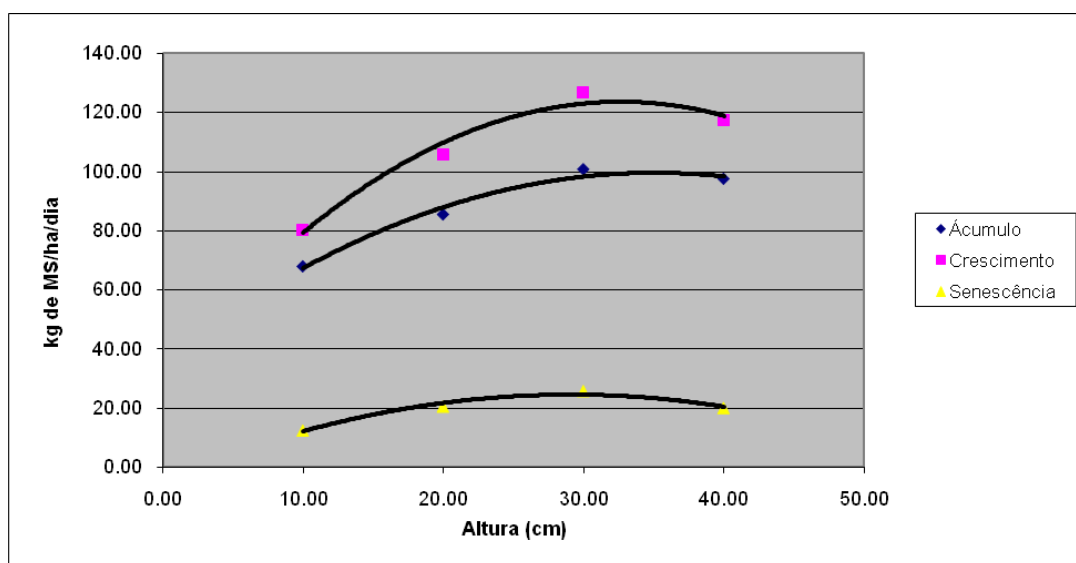


Figura 10. Representação gráfica das taxas de crescimento, senescência e acúmulo líquido em pastos de capim-marandu em diferentes alturas de dossel forrageiro durante o período do verão.

(Adaptado de Sbrissia, 2004).

Além disso, também foi observado que os dosséis mantidos mais baixos resultaram em menor massa de bocado, o que resultou em menor consumo de forragem e, conseqüentemente, menor desempenho animal, apesar da tentativa dos animais de compensar essa redução por meio do aumento do número de bocados realizados por unidade de tempo (taxa de bocados) e aumento do tempo gasto com a atividade de pastejo e que essas respostas podem ter sido ocasionadas por uma menor profundidade de pastejo dos animais.

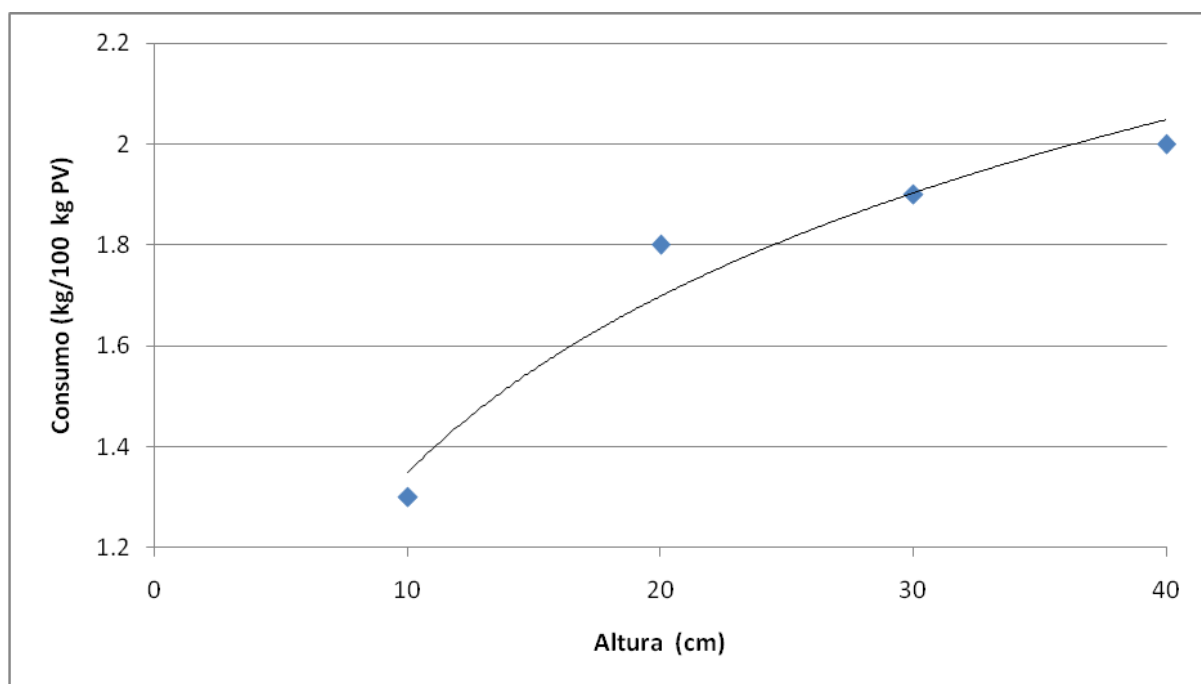


Figura 11. Consumo médio de *Brachiaria Brizanta* cultivar cv Marandu (kg/100 kg PV) de bovinos mantidos em pastos de capim-marandu submetidos a quatro alturas de dossel forrageiro.

(Adaptado de Andrade, 2003).

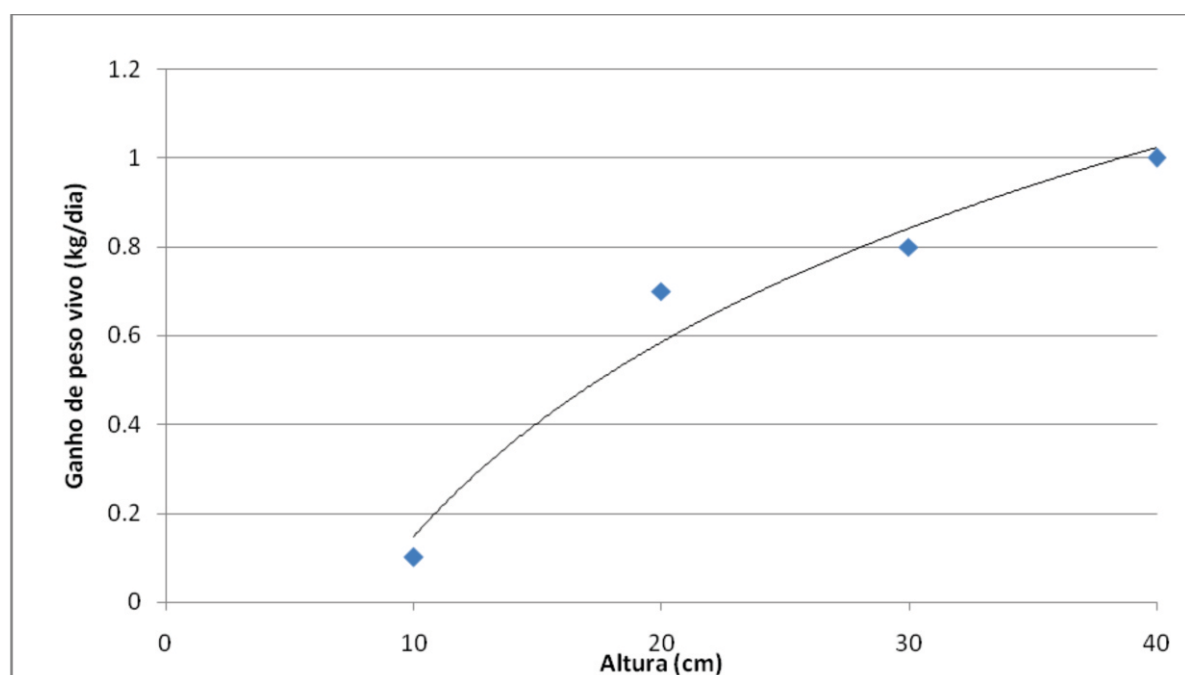


Figura 12. Ganho médio de peso vivo (kg/dia) de bovinos mantidos em pastos de capim-marandu submetidos a quatro alturas de dossel forrageiro.

(Adaptado de Andrade, 2003).

Em lotação rotacionada, o capim-marandu foi submetido a quatro combinações de pastejo (duas alturas de resíduo pós-pastejo (10 e 15 cm)) e dois intervalos de pastejos, realizados quando o dossel interceptasse 95% ou 100% da luz incidente, já

que trabalhos clássicos com plantas forrageiras de clima temperado (KORTE et al., 1982) e mais recentemente com plantas de clima tropical revelaram que, a partir de 95% de interceptação de luz pelo dossel, haveria redução na taxa média de acúmulo e comprometimento da estrutura do dossel e valor nutritivo da forragem produzida por meio de aumento na proporção de hastes e de material senescente (morto), indicando que prorrogar o período de descanso ou o intervalo de pastejo além desse ponto não seria uma prática interessante.

Os resultados registrados durante um período curto de avaliação em uma época de baixo crescimento (outono/inverno) revelam um padrão de resposta bastante interessante e consistente com a hipótese original do trabalho, ou seja, o ponto ou condição ideal para interrupção do período de rebrotação (descanso) das plantas seria quando o dossel atingisse 95% de interceptação da luz incidente. De forma geral, o resíduo mais baixo (10 cm) vem resultando em maior produção de forragem que o resíduo mais alto (15 cm), o mesmo não aconteceu com pastejos realizados com 95% de interceptação de luz pelo dossel em relação a 100% (SILVA, 2005).

Contudo, a combinação entre pastejo mais intenso (resíduo de 10 cm) e mais frequente (95% de interceptação de luz) é a que tem resultado na maior produção de forragem com maior proporção de folhas e menor proporção de hastes e material morto na massa de forragem por ocasião do início do pastejo. Avaliações relativas à dinâmica do acúmulo de matéria seca têm revelado que o acúmulo de folhas é o principal evento da rebrotação até o momento em que começa a ocorrer competição mais acirrada por luz no interior do dossel, ponto este caracterizado pelos 95% de interceptação luminosa.

A partir desse ponto, o processo de senescência é bastante acelerado, indicando redução da proporção de folhas e aumento da proporção de material morto na massa de forragem. A descrição das características estruturais da massa de forragem ao longo de cada período de rebrotação aponta para uma consistência grande da altura do dossel (horizonte de folhas) em que os 95 e os 100% de interceptação de luz ocorrem (ao redor de 25 e 30 cm, respectivamente), indicando de forma otimista que as metas de pré-pastejo poderão vir a ser traduzidas em valores de altura mais simples e fáceis de serem utilizados e compreendidos.

Para o capim-marandu em lotação contínua (pastejo contínuo), a faixa ótima de utilização da pastagem situa-se entre 20 e 40 cm de altura do dossel, dentro da qual as metas de desempenho para diferentes categorias e espécies animais podem ser planejadas. Quando em lotação intermitente (pastejo rotacionado), o pastejo deveria ser iniciado com 25 cm de altura do dossel e encerrado com valores de resíduo que variam entre 10 e 15 cm, dependendo da espécie/categoria animal e do nível de desempenho desejado (SILVA, 2005).

Gênero *Panicum*

As plantas do gênero *Panicum* são caracterizadas pelo seu grande potencial de produção de forragem sendo, porém, menos flexíveis que plantas como as do gênero *Brachiaria* por apresentarem limitações e/ou dificuldades para serem manejadas em lotação contínua, prevalecendo, de forma geral, o seu uso na forma de pastejo rotacionado. Dentre as diversas cultivares, *Panicum maximum* cv Mombaça (capim-mombaça) e cv Tanzânia (capim-tanzânia) adquiriram grande destaque nas áreas de pastagens cultivadas do país.

Em estudo conduzido por Bueno (2003) e Carnevalli et al. (2006) com o objetivo de avaliar as respostas de pastagens de capim-mombaça submetido à lotação rotacionada caracterizado por duas alturas de resíduo pós-pastejo (30 e 50 cm) e duas condições de pré-pastejo (95% e 100% de interceptação de luz pelo dossel) em Araras-SP, foi observada consistência do critério de interrupção do processo de rebrotação aos 95% de interceptação de luz e o efeito benéfico de sua associação com um valor de altura de resíduo mais baixo, condizente com a necessidade da planta em manter uma área foliar remanescente mínima e de qualidade para iniciar seu processo de rebrotação e recuperação para um próximo pastejo. De forma geral, a maior produção de forragem foi registrada para o uso de 30 cm de resíduo e 95% de interceptação de luz, com redução acentuada em produção quando o período de descanso era mais longo (100% interceptação de luz) ou o resíduo mais elevado (50 cm) (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de forragem e composição morfológica da massa de forragem em pré-pastejo de capim-mombaça.

Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)		Média
	95	100	
% Produção de Forragem			
30	26,90	24,90	25,90 a
50	17,92	20,28	19,10 b
Média	22,41	22,59	22,50
% Lâminas Foliares			
30	70,9 Aa	60,3 Ba	65,6 a
50	57,7 Ab	57,5 Aa	57,7 b
Média	64,3 B	58,9 B	61,6
% Colmos			
30	14,7 Ba	26,4 Aa	20,6
50	18,9 Aa	22,1 Aa	20,5
Média	16,8 B	24,2 A	20,5
% Material Morto			
30	13,7 Bb	19,0 Aa	16,4
50	20,7 Aa	18,1 Aa	19,4
Média	17,2	18,6	17,9

Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ($P>0,10$). Médias na mesma linha seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ($P>0,10$).

(Fonte: Adaptado de Carnevalli et al 2006).

A redução em produção de forragem foi consequência do processo acelerado de senescência foliar, resultante de maior competição por luz naquelas condições, o que também favoreceu maior acúmulo de hastes, resultando em redução na proporção de folhas e aumento na proporção de hastes e material morto na massa de forragem em pré-pastejo. Essa variação em composição morfológica da forragem produzida foi a responsável pela redução nos teores de proteína bruta e na digestibilidade da forragem.

As condições de pré-pastejo de 95% e 100% de interceptação de luz apresentaram uma correlação muito alta e consistente com a altura do dossel, independentemente da época do ano e do estágio fisiológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo – 90 cm para 95% e 110 cm para 100%), indicando que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento dos processos de rebrotação e pastejo (SILVA, 2005).

Apesar de promover menor produção de forragem com menor valor nutritivo, pastejos menos frequentes, caracterizados pela condição de 100% de interceptação luminosa, resultaram em elevação da meta de resíduo de 30 cm, consequência do acúmulo excessivo de hastes. Avaliações detalhadas do processo de acúmulo de forragem durante a rebrotação revelaram que em até 95% de interceptação de luz o acúmulo de folhas era o processo predominante, mas, além desse ponto, os processos de acúmulo de hastes e senescência eram bastante aumentados.

Os intervalos de pastejos variaram nas épocas do ano, com valores maiores sendo registrados para o manejo com 100% de interceptação de luz nos meses de outono e inverno. Além disso, pastagens manejadas de forma mais leniente (resíduo de 50 cm) e menos frequente (100% de interceptação de luz) apresentaram as maiores perdas de forragem (material cortado e caído sobre o solo ou pendurado na touceira sem ser colhido), ou seja, além da maior quantidade de forragem perdida por senescência e morte de tecidos durante a rebrotação, maiores foram as perdas físicas durante o processo de colheita pela ação do animal.

Trabalho análogo ao de Carnevalli et al. (2006) foi realizado por Barbosa et al. (2007) com capim-tanzânia, em Campo Grande-MS. Como condições de pré-pastejo, foram utilizados 90%, 95% e 100% de interceptação de luz pelo dossel e, como condições de pós-pastejo, 25 e 50 cm de resíduo (Tabela 5). Os resultados apresentaram um padrão bastante consistente e semelhante àqueles descritos para o capim-mombaça. De forma geral, maior produção de forragem foi obtida para o manejo com 95% de interceptação de luz e 25 cm de resíduo pós-pastejo.

Tabela 5. Produção de forragem e lâminas foliares de capim-tanzânia.

Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)			Média
	90	95	100	
% Produção de Forragem				
25	11,74 b	15,12 a	11,62 b	12,83 A
50	9,44 c	11,94 b	11,36 b	11,36 B
Média	10,59 C	13,53 A	12,17 B	12,10
% Lâminas Foliares				
25	9,00 b	10,56 a	8,03 c	9,21 A
50	8,36 bc	8,06 c	6,75 d	7,72 B
Média	8.68 A	9.33 A	7.39 B	8.47

Médias seguidas de mesma letra minúscula comparam efeito de tratamento em nível de probabilidade de 10%. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, que comparam níveis de interceptação de luz, e na coluna, resíduo, não diferem entre si ($P>0,10$).

(Fonte: Adaptado de Barbosa et al., 2007).

Pastejos realizados com 90 ou 100% de interceptação de luz e 50 cm de resíduo resultaram em menor produção de forragem e de folhas. Na condição de 90% de interceptação de luz, a menor produção seguramente ocorreu por limitação do processo de crescimento, uma vez que não havia área foliar suficiente para se aproveitar toda a luz incidente.

Já para a condição de 100% de interceptação de luz, a menor produção foi resultado da ocorrência exacerbada dos processos de senescência e morte de tecidos. Além de resultar em menor produção de forragem com menor proporção de folhas e maior proporção de hastes e material morto, pastejos menos frequentes, caracterizados pela condição de 100% de interceptação luminosa, promoveram elevação da meta de resíduo de 25 cm (até 40 cm), consequência do acúmulo excessivo de hastes. Assim como para o capim-mombaça, os intervalos entre pastejos variaram com as épocas do ano (24 a 150 dias), com os maiores valores registrados para os manejos com 100% de interceptação de luz durante os meses de outono e inverno (CARNEVALLI et al., 2006).

Condições de pré-pastejo de 90%, 95% e 100% de interceptação de luz apresentaram, também, uma correlação muito alta e consistente com a altura do dossel, independentemente da época do ano e do estágio fisiológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo – 60 cm para 90%, 70 cm para 95% e 85 cm para 100%), mais uma vez indicando e ratificando o fato de que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo.

Mello; Pedreira (2004) trabalharam com capim-tanzânia em irrigação e também registraram 95% de interceptação de luz pelo dossel forrageiro com uma altura ao redor de 70 cm. Experimentação com outras cultivares de *Panicum*, como Tobiatã, Massai e

Atlas, além da cultivar Mombaça e do Tanzânia, em regime de cortes, tem mostrado que, a partir de 95% de interceptação de luz pelo dossel, a quantidade de hastes e material morto acumulada é drasticamente aumentada, sugerindo a aplicabilidade desse conceito como um critério de controle e monitoramento do pastejo (MORENO, 2004).

Para os capins mombaça e tanzânia em pastejo rotacionado, o pastejo deveria ser iniciado com 90 e 70 cm de altura do dossel e encerrado com valores de resíduo que variariam entre 30 e 50 cm, respectivamente (SILVA, 2005).

Gênero *Pennisetum*

As plantas do gênero *Pennisetum* também são caracterizadas pelo seu elevado potencial de produção de forragem. Assim como as plantas do gênero *Panicum* apresentam limitações e/ou dificuldades para serem manejadas em lotação contínua, prevalecendo, de forma geral, o seu uso na forma de pastejo rotacionado.

De acordo com Voltolini et al. (2010), que avaliaram dois intervalos de pastejo do capim-elefante no município de Piracicaba-SP durante a época chuvosa do ano, sendo o intervalo variável determinado pela condição de interceptação de 95% da luz e o intervalo de pastejo fixo de 26 dias, os pastos de capim-elefante levaram de 17 a 21 dias com média de 19 dias para atingir a condição de 95% de interceptação de luz, enquanto que as pastagens manejadas com o intervalo fixo de 26 dias apresentaram valores de interceptação de luz superiores a 97% (Tabelas 6 e 7).

Além disso, o manejo determinado pela condição de entrada de 95% de interceptação de luz apresentou semelhante produção de forragem em relação ao uso de 26 dias fixos, com menor proporção de material morto no resíduo pós-pastejo, menor teor de fibra em detergente neutro no pastejo simulado e melhor manutenção da altura do resíduo do pós-pastejo ao longo dos ciclos de pastejo. Com 95% de interceptação de luz, a altura do dossel em pré-pastejo foi de 1,03 m. Desse modo, intervalos de pastejo entre 17 a 20 dias com alturas do dossel em pré-pastejo que variam de 1,00 a 1,03 m são bons indicativos para o manejo do capim-elefante em lotação rotacionada.

Tabela 6. Massa de forragem em pré e pós-pastejos, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), intervalo de pastejo, alturas em pré e pós-pastejos e índice de área foliar do dossel de pastagens de capim-elefante submetidas a dois intervalos de pastejos.

Componentes	Tratamentos			
	RFA95	IPF26	EPM ²	P ¹
Massa de forragem pré-pastejo (kg de MS/ha)	6.270	6.310	490	0,96
Massa de forragem pós-pastejo (kg de MS/ha)	3.580	3.850	350	0,38
Interceptação da RFA (%)	95,5a	97,9b	0,17	0,0001
Intervalo de pastejo (dias)	19,4a	26,0b	0,25	0,0001
Altura do dossel pré-pastejo (m)	1,03a	1,21b	0,02	0,0001
Altura do dossel pós-pastejo (m)	0,62a	0,71b	0,02	0,01
Índice de área foliar (pontos)	3,80a	4,73b	0,08	0,0001

Na linha, médias seguidas de diferentes letras minúsculas são diferentes a 5% de probabilidade ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. RFA95 = intervalo de pastejo determinado pela interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, IPF26 = intervalo de pastejo fixo de 26 dias, ¹ = probabilidade; ² = erro padrão da média.

Tabela 7. Composição morfológica e bromatológica do dossel forrageiro de capim-elefante submetido a dois intervalos de pastejos.

Componentes	Tratamentos			
	RFA95	IPF26	EPM ²	P ¹
Massa de folhas, pré-pastejo (kg de MS/ha)	3.440	3.250	150	0,38
Massa de colmos, pré-pastejo (kg de MS/ha)	2.720	3.094	80	0,07
Massa de material morto, pré-pastejo (kg de MS/ha)	330	425	20	0,008
Massa de folhas, pós-pastejo (kg de MS/ha)	820	732	40	0,10
Massa de colmos, pós-pastejo (kg de MS/ha)	2.440	2.720	120	0,10
Massa de material morto pós-pastejo (kg de MS/ha)	300a	360b	15	0,004
Matéria seca (% no alimento)	16,58	16,40	0,28	0,42
Proteína bruta (% da MS)	14,24	14,58	0,33	0,53
Fibra em detergente neutro (% da MS)	65,07a	66,99b	0,37	0,01
Fibra em detergente ácido (% da MS)	35,88a	37,05b	0,30	0,04
Lignina (% da MS)	6,50	6,13	0,23	0,34
Extrato etéreo (% da MS)	2,70a	3,17b	0,07	0,003

Na linha, médias seguidas de diferentes letras minúsculas são diferentes a 5% de probabilidade ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. RFA95 = intervalo de pastejo determinado pela interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, IPF26 = intervalo de pastejo fixo de 26 dias, ¹ = probabilidade, ² = erro padrão da média.

Gênero *Cynodon*

Os capins do gênero *Cynodon* podem ser manejados em lotação contínua ou rotacionada. Desse gênero podem ser destacados a grama estrela e o tifton. Em avaliação das respostas produtivas de capins do gênero *Cynodon* em lotação contínua

submetidos a quatro alturas de manejo (5; 10; 15 e 20 cm), Pinto (2000) observou maior acúmulo líquido de forragem com o dossel forrageiro mantido a 15 cm de altura (Figura 13). A partir dessa altura de manejo aumentou-se a ocorrência de material morto.

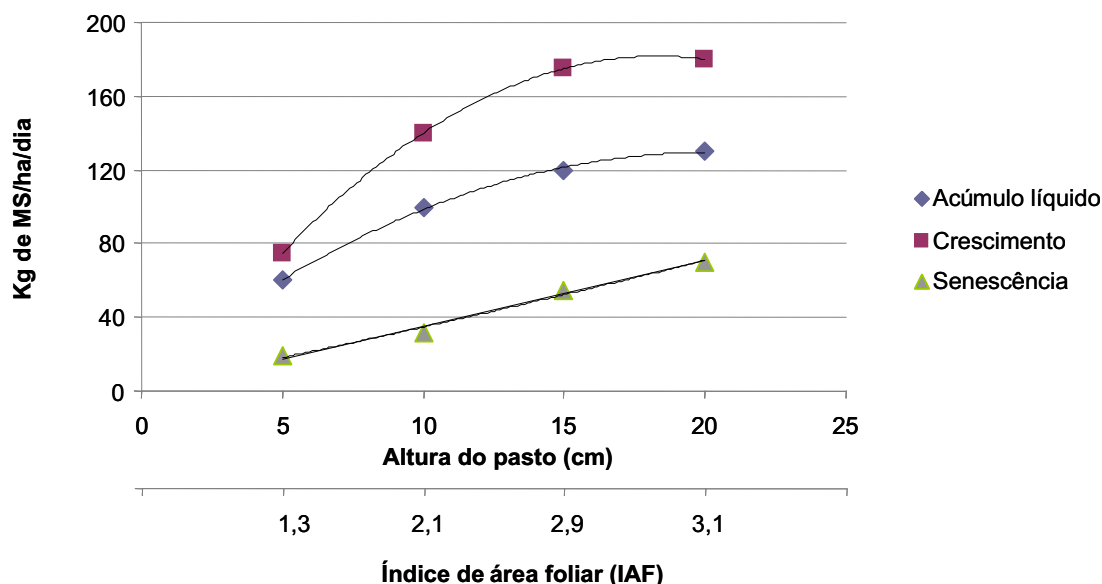


Figura 13. Acúmulo de forragem de pastos do gênero *Cynodon*. (Adaptado de Pinto, 2000).

Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz; Boval (2002) que observaram aumento da ocorrência de material morto e manutenção dos valores de acúmulo líquido de forragem a partir dos 14 dias de rebrotação (Figura 14). Desse modo, bons critérios para o manejo de capins do gênero *Cynodon* em lotação contínua é a manutenção da altura do dossel entre 15 a 20 cm, enquanto que em lotação rotacionada o intervalo de pastejo indicado é de 14 dias.

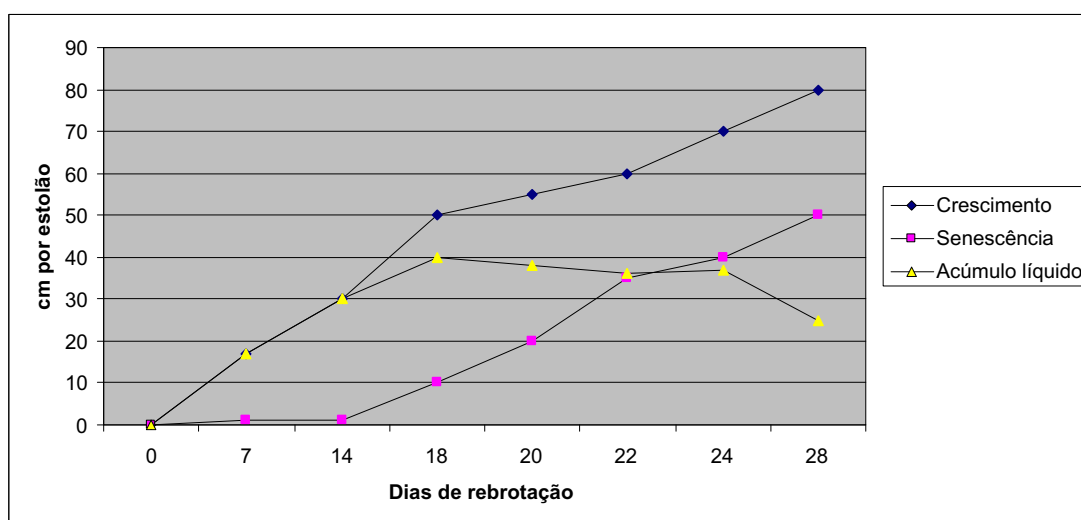


Figura 14. Dinâmica do alongamento foliar de *Cynodon* spp. Adaptado de Cruz; Boval (2002).

Considerações finais

Apesar dos grandes desafios, a região Nordeste, especialmente o submédio do São Francisco, tem potencialidades para se tornar um dos principais polos produtivos de carne, leite e demais produtos de origem animal do país. Dentre as diversas potencialidades, a irrigação das pastagens é uma das mais importantes.

O cultivo de pastagens nas áreas irrigadas poderá ter papel econômico e social fundamental na diversificação das atividades produtivas dos perímetros irrigados, principalmente pelos menores custos de implantação e manutenção em relação às culturas tradicionais da região, na redução dos riscos com o monocultivo nos lotes, na ocupação de áreas marginais e menos férteis, rejeitadas pela agricultura de alto rendimento, além da contribuição para a organização de alguns elos das cadeias produtivas pecuárias que favorece a obtenção de melhores índices zootécnicos, de melhor qualidade dos produtos e, sobretudo, pela interação que poderá existir com a produção animal das áreas dependentes de chuva.

Os sistemas integrados de produção animal com a agricultura irrigada no mesmo espaço, a produção de volumosos suplementares para fins comerciais e consumo doméstico e o estabelecimento de áreas de pastagens com gramíneas e leguminosas forrageiras que visam ao pastejo direto são os principais modelos regionais para a exploração pecuária nas áreas irrigadas.

A evolução em área cultivada com pastagens irrigadas dependerá de vários fatores como a viabilidade técnica e econômica dos modelos produtivos, a eficiência de geração de produtos de origem animal em função da quantidade de água utilizada, já que se trata de uma região inserida no meio do sertão e da democratização dos sistemas irrigados, oferecendo equipamentos, tecnologias e serviços que possam ser utilizados também nos pequenos empreendimentos rurais, especialmente os de base familiar.

Associado a isso, o estabelecimento de práticas de manejo do pastejo para as principais espécies forrageiras e do manejo com animais, além da adequação do uso de lâminas de irrigação e do uso águas residuárias, são alguns dos importantes aspectos a serem determinados para esses sistemas produtivos, a fim de se promover a inserção definitiva das pastagens irrigadas no Semiárido brasileiro.

Referências

AGRITEMPO. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. 2009. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2009.

ALENCAR, C. A. B. de. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na Região Leste de Minas Gerais**. 2007. 121 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANDRADE, F. M. E. de. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ARARAT, E.; TAFUR, H. Efectos de la interaccion riego-fertilizacion sobre la produccion de forraje en tres pastos de corte. **Acta Agronomica**, Palmira, v. 40, n. 1/2, p. 158-161, 1990.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C. da; ZIMMER, A. H.; TORRES JÚNIOR, R. A. de A. Capim Tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragens em pastos de capim Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARNEVALLI, R. A.; SILVA, S. C. da; BUENO, A. A. de O.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; MORAIS, J. P. G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, p. 165-176, 2006.

CUNHA, F. F.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, O. G.; ABREU, F. V. de S. Produtividade do capim Tanzânia em diferentes níveis e frequências de irrigação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 103-108, 2008.

CUNHA, G. C.; de PAULA, J. R. F.; BERGAMASCHI, H.; de SAIBRO, J. C.; BERLATO, M. A. Coeficiente de cultura para a alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 87-94, 1993.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 151-168.

DANTAS NETO, J.; SOUZA, J. L. de.; MATOS, J. de. A. de.; GUERRA, H. O. C. Necessidades hídricas e eficiência de uso da água pelo capim Buffel. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 25-28, 1996.

DELGADO-ROJAS, J. S.; NOVAES, M. L.; LOURENÇO, L. F.; COELHO, R. D. Evapotranspiração máxima do capim "Tanzânia" (*Panicum maximum* J.) em pastejo rotacionado, baseada na evaporação do tanque "Classe A" e no índice de área foliar. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 226-234, 2004.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p.

DRUMMOND, L. C. D.; ZANINI, J. R.; AGUIAR, A. de. P. A.; RODRIGUES, G. P.; FERNANDES, A. L. T. Produção de matéria seca em pastagem de Tifton 85 irrigada com diferentes doses de dejetos líquido de suíno. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 26, n. 2, p. 426 – 433, 2006.

FARIA, V. P.; CORSI, M. **Atualização em produção de forragem**. Piracicaba: FEALQ, 1986. 76 p.

GARGANTINI, P. E.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S.; LIMA, R. C. Irrigação e adubação nitrogenada em capim Mombaça na região Oeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA AGRICULTURA IRRIGADA, 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID: Embrapa meio Norte 2005. 1 CD-ROM.

GUELFIL FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produção do capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) variedade Napier**. 1972. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GUELFI FILHO, H. Efeito da irrigação sobre o capim Colonião (*Panicum maximum*). **O Solo**, Piracicaba, v. 68, p. 12-16, 1978.

HEICHEL, G. H. Alfalfa. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. (Ed.). **Crop water relation**. New York: John Wiley, 1983. p.127-155.

KORTE, C. J.; WATKINS, B. R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as a criteria for spring grazing management of ryegrass dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 25, n. 3, p. 309-319, 1982.

LOPES, R. dos S.; FONSECA, D. M. da.; OLIVEIRA, R. A.de.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do.; ANDRADE, A. C.; STOCK, L. A.; MARTINS, C. E. Disponibilidade matéria seca em pastagens de capim elefante irrigadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1388–1394, 2003.

LOURENÇO, L. F. **Avaliação da produção de capim-tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

LOURENÇO, L. F.; COELHO, R. D.; SORIA, L. G. T.; PINHEIRO, V. D.; CORSI, M. Coeficiente de cultura (Kc) do capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) irrigado por pivô central. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1013–1017.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidas a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 451 p.

MARTINS, C. E.; ALENCAR, C. A. B. de.; ROCHA, W. S. D. da; DERESZ, F.; CUNHA, F. F.; CÔSER, A. C.; VITOR, C. M. T. Sistemas de produção de leite em pastagens irrigadas para a região Sudeste. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 18., 2008, São Mateus. **O equilíbrio do fluxo hídrico para uma agricultura irrigada sustentável**. São Mateus: ABID, 2008. 1 CD-ROM.

MELLO, A. C. L.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, p. 282-289, 2004.

MENDONÇA, F. C. **Curso teórico prático de manejo e projetos de irrigação em pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 63 p.

MISTURA, C.; de SOUZA, T. C.; TURCO, S. H. N.; NOGUEIRA, D. M.; LOPES, R. S.; de OLIVEIRA, P. L. T.; SOARES, H. S. Produção de matéria seca do capim Aruana irrigado e adubado com diferentes doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 11.; SIMPÓSIO SERGIPANO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. 1 CD-ROM.

MORENO, L. S.de B. **Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas**. 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

PINTO, L. F. M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo**. 2000. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

QUINTANILHA, S. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S.; LIMA, R. C.; UPAS, E.; BUZETTI, S. Respostas do capim Mombaça e Brizanta a irrigação. In: CONGRESSO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2006, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, UNESP, 2006.

RASSINI, J. B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 821-825, 2004.

- RASSINI, J. B.; LEME, E. J. A. Water management for establishment of alfalfa (*Medicago sativa* L.). In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 260-261.
- RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Adaptações de plantas forrageiras a condições adversas. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2., 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1993. p. 17-61.
- SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** 2004. 198 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SILVA, S. C. da. Manejo do pastejo para a obtenção de forragem de qualidade. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2005. p. 117-146.
- SORIA, L. G. T.; COELHO, R. D.; HERLING, V. R.; PINHEIRO, V. Resposta do capim Tanzânia a aplicação de nitrogênio e de lâminas de irrigação. I: Produção de forragem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 430-436, 2003.
- SOUZA, R.A. ; VOLTOLINI, T.V. ; MANERA, D.B. ; SANTOS, B.R.C. ; PEREIRA, L.G..R.; CABRAL, S.G.; NOGUEIRA, D.M. Desempenho produtivo e parâmetros de carcaça de cordeiros mantidos em pastos irrigados e suplementados com doses crescentes de concentrado. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 323-329, 2010.
- SPEIR, T. W.; SCHAİK, A. P. van; KETTES, H. A.; VICENT, K. W.; CAMPBELL, D. J. Soil and stream-water impacts of sewage effluent irrigation onto steeply sloping land. **Journal of Environmental Quality**, v.28, p.1105-1114, 1999.
- TEODORO, R. E. F.; AQUINO, T. de P.; CHAGAS, L. A. de C.; MENDONÇA, F. C. Irrigação na produção do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 13-21, 2002.
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; GARGANTINI, P. E.; LIMA, R. C. Qualidade de forragem sob irrigação na região Oeste do estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 16., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABID, 2006. 1 CD-ROM.
- VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante.** 2006. 77 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C.; IMAIZUMI, H.; CLARINDO, R. L.; PENATI, M. A. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

